

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-329036

(43)Date of publication of application : 28.11.2000

(51)Int.Cl. F02M 61/18
F02B 23/10
F02M 61/14

(21)Application number : 11-355502 (71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 15.12.1999 (72)Inventor : MIYAJIMA AYUMI
OKAMOTO YOSHIO
KADOMUKAI YUZO
TOGASHI MORINORI
AMO KIYOSHI
YAMAKADO MAKOTO
ISHIKAWA TORU
KUBO HIROMASA
FUJII TAKASHI

(30)Priority

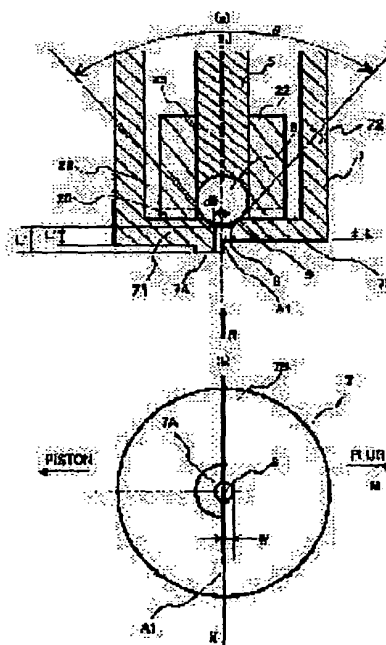
Priority number : 11071412 Priority date : 17.03.1999 Priority country : JP

(54) FUEL INJECTION VALVE AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE MOUNTED WITH IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve ignition property and reduce a discharge quantity of unburnt gas component of combustion by getting off a part of a wall surface for forming an injection hole.

SOLUTION: In an injection hole 8, its center is matched with an axis (a valve axial center) of a valve element, and a wall surface is formed in parallel with an axis J. On a nozzle tip surface 7A in which an output opening of the injection hole 8 is formed, a L type cutout part composed of a surface 7B perpendicular to the axis J and a surface A which is in nearly parallel with the axis J, is formed, and an output opening surface of the injection hole 8 is formed having a step difference on plane surfaces 7A, 7B having a step difference. In this constitution, there are following characteristics in spray. (a) there is much distribution quantity (the distribution quantity of mixture) of spray in a cutout side of a passage wall for forming the injection hole 8. (b) particle of spray is small since movement energy is large in



the spray injected from a cutout side. By effects of (a) and (b), ignitionability is improved, and fuel consumption is also improved.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-329036
(P2000-329036A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)	
F 0 2 M 61/18	3 3 0	F 0 2 M 61/18	3 3 0 A	3 G 0 2 3
	3 1 0		3 1 0 B	3 G 0 6 6
	3 2 0		3 2 0 Z	
	3 6 0		3 6 0 J	
F 0 2 B 23/10		F 0 2 B 23/10	D	
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 13 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平11-355502
(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999. 12. 15)
(31) 優先権主張番号 特願平11-71412
(32) 優先日 平成11年3月17日 (1999. 3. 17)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72) 発明者 宮島 歩
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
(72) 発明者 岡本 良雄
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
(74) 代理人 100075096
弁理士 作田 康夫

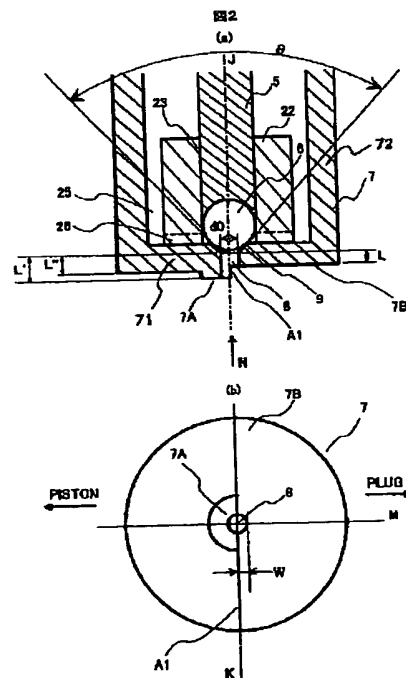
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁およびこれを搭載した内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の点火性を良好とし、燃焼の未燃ガス成分の排出量を低減するのに適した噴霧を実現する。

【解決手段】 燃料噴射弁に設けられる噴射孔の出口部において、噴射孔を形成する壁面の一部を取り除く (A 1, 7 B) ことにより、噴霧の流れの拘束を解き、拘束を解いた側で濃く、拘束した側で希薄な偏向噴霧を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔の中心軸線を含み、かつ前記中心軸線に平行な断面と、前記噴射孔の出口開口を形成する縁との2つの交点を、前記中心軸線に沿う方向にずらすと共に、一方の交点から他方の交点に至る途中で、前記縁に段差を形成したことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項2】請求項1に記載の燃料噴射弁において、前記2つの交点から前記段差部に至るまでの間で、前記出口開口を形成する2つの縁は、前記断面に垂直な方向から見たときに、互いに平行であることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項3】請求項1又は2に記載の燃料噴射弁において、前記縁は、前記段差部で、前記中心軸線に沿う方向に変化することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項4】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔の出口開口面は、前記噴射孔の中心軸線方向に段差を有するように形成されたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項5】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔を形成する通路壁の長さが、前記噴射孔の周方向で非線形に変化する部分を有して変化するように、前記噴射孔の出口開口部に段差を設けたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項6】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔の出口開口には、噴射孔の中心軸線に略平行な切れ込みが形成され、該切れ込みから片側の壁面が取り除かれることにより、段差が形成されていることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項7】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔の出口開口が形成されるノズル先端面に段差を形成することにより、前記出口開口面に段差を形成したことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項8】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、前記弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、前記噴射孔を形成する通路壁面長さが前記噴射孔の周方向で変化するように、前記噴射孔の出口開口を形成する縁に、前記噴射孔の中心軸線方向の段差を形成し、該燃料噴射弁への燃料入口部で、燃料に1.0～20MPa

の圧力を付与して噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項9】請求項1、4乃至8のいずれか1項に記載の燃料噴射弁において、

前記噴射孔から噴射される噴霧が、前記噴射孔の中心軸線を含み、かつ該中心軸線に平行な断面において、前記噴射孔を頂点として仮想される2辺の周囲に濃い噴霧を有し、

前記2辺のうち、一方の辺の周囲に噴射される噴霧の到達距離が、他方の辺の周囲に噴射される噴霧の到達距離よりも短く、

該到達距離の短い方の噴霧が届く範囲において、前記噴射孔の中心軸線に垂直にとった噴霧断面が、希薄な部分を有する噴霧を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項10】請求項1、4乃至8のいずれか1項に記載の燃料噴射弁において、

前記噴射孔から噴射される噴霧が、前記噴射孔の中心軸線を含み、かつ該中心軸線に平行な断面において、前記噴射孔を頂点として仮想される2辺の周囲に濃い噴霧を有し、

前記2辺のうち、一方の辺の周囲に噴射される噴霧の到達距離が、他方の辺の周囲に噴射される噴霧の到達距離よりも短く、

該到達距離の短い方の噴霧が届く範囲において、前記噴射孔の中心軸線に垂直にとった噴霧断面が、希薄な部分を有する噴霧を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項11】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、

前記噴射孔を形成する通路壁面長さを、前記噴射孔の周方向に変化させることによって、前記通路壁面長さを長くした側よりも短くした側で、前記噴射孔の中心軸線からとった噴霧角を大きく、かつ噴霧の到達距離を長くして、

最も到達距離の短い噴霧が届く範囲において、前記噴射孔の中心軸線に垂直にとった噴霧断面が、1個所のみに希薄な部分を有する噴霧を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項12】噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、該弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた燃料噴射弁において、

噴霧を拘束する長さを、前記噴射孔の周方向で変化させることによって、噴霧を長く拘束した側よりも短く拘束した側で、前記噴射孔の中心軸線からとった噴霧角を大きく、かつ噴霧の到達距離を長くして、

最も到達距離の短い噴霧が届く範囲において、前記噴射孔の中心軸線に垂直にとった噴霧断面が、1個所のみに希薄な部分を有する噴霧を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項13】請求項1、4～8、11、12のいずれ

かに記載の燃料噴射弁において、前記弁座の上流側に燃料に旋回力を付与する燃料通路を構成したことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項14】シリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、この燃料噴射弁に燃料を加圧して供給するポンプと、前記燃料噴射弁による燃料の噴射を制御する制御装置とを備えた燃料噴射装置において、前記燃料噴射弁として、請求項1、4～8、11～12のいずれかに記載された燃料噴射弁を備えたことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項15】シリンダと、このシリンダの中で往復運動するピストンと、前記シリンダ内に空気を導入する吸気手段と、燃焼ガスを前記シリンダ内から排気する排気手段と、前記シリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、この燃料噴射弁に燃料タンクから燃料を供給する燃料供給手段と、前記吸気手段によって前記シリンダ内に導入した空気と前記燃料噴射弁によって前記シリンダ内に噴射された燃料との混合気点火する点火装置とを備えた内燃機関において、前記燃料噴射弁として、請求項1、4～8のいずれかに記載された燃料噴射弁を備え、前記段差を設けたことにより、前記噴射孔を形成する通路壁の短くなった部分が、前記点火装置側に向くように、前記燃料噴射弁を配置したことを特徴とする内燃機関。

【請求項16】シリンダと、このシリンダの中で往復運動するピストンと、前記シリンダ内に空気を導入する吸気手段と、燃焼ガスを前記シリンダ内から排気する排気手段と、前記シリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、この燃料噴射弁に燃料タンクから燃料を供給する燃料供給手段と、前記吸気手段によって前記シリンダ内に導入した空気と前記燃料噴射弁によって前記シリンダ内に噴射された燃料との混合気点火する点火装置とを備え、前記燃料噴射弁に、噴射孔と、該噴射孔の上流側に弁座と、前記弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、該弁体を駆動する駆動手段とを備えた内燃機関において、前記燃料噴射弁として、請求項11又は12に記載された燃料噴射弁を備え、噴霧角の大きな噴霧が前記点火装置側に、噴霧の希薄な部分が前記ピストン側に形成されるように、前記燃料噴射弁を配置したことを特徴とする内燃機関。

【請求項17】請求項15に記載の内燃機関において、前記点火装置側に噴霧が濃く、前記ピストン側に噴霧が希薄な偏向噴霧を形成することを特徴とする内燃機関。

【請求項18】燃料噴射弁の噴射孔によって、噴霧を拘束する長さを、前記噴射孔の周方向で変化させることにより、噴霧を長く拘束した側よりも短く拘束した側で、前記噴射孔の中心軸線からとった噴霧角が大きく、かつ噴霧の到達距離が長くなるように、さらに、最も到達距離の短い噴霧が届く範囲において、前記中心軸線に垂直

にとった噴霧断面が、1個所のみに希薄な部分を有するように、シリンダ内に燃料を噴射する燃料の噴射方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射弁に係り、点火性および燃焼性に優れた燃料噴霧を形成する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】エンジンの吸気管内に燃料を噴射する吸気管内燃料噴射装置に対して、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内燃料噴射装置が知られている。

【0003】このような、筒内噴射ガソリンエンジンとして、特開平6-146886号公報に記載されたものがある。この従来技術では、燃料噴射弁の取付け位置に対する配慮と、吸気開口端から上方に延びる吸気ポートにより燃焼室内に縦渦の吸気流れ（タンプル流）を形成する構成として、理論混合気よりも希薄な燃料で燃焼を安定して行い、燃費を改善するというものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術では、以下に述べるような、点火性（着火性）と燃焼性（未燃ガス排出量低減）を共に向上させ得るような噴霧形状或いは噴霧構造に対しては、必ずしも十分な配慮がなされていなかった。

【0005】燃料噴射弁より噴射される噴霧の最適化には、以下の様な特性を考慮する必要がある。第一は噴霧形状であり、噴霧の広がり角度や到達距離が因子となる。第二は噴霧粒径であり、大粒子の個数をできるかぎり少なくして粒径分布の均一化を図る必要がある。第三は噴霧構造であり、噴霧される燃料粒子の空間的分布を適正化する必要がある。

【0006】これらの噴霧特性が内燃機関の燃焼特性にどのように関与するかについて、実験解析により検討した結果、以下のことが明らかになった。点火性向上のためには、点火装置回りの燃料粒子分布を多くして、可燃濃度の混合気の分布を高くすることが有効である。一方、ピストン方向への燃料粒子分布を少なくさせると、燃焼の未燃ガス成分（HC、CO）が減少する傾向があり、燃焼性が向上する。さらに、エンジン回転数の低回転から高回転までの広い領域で燃焼安定性を得るには、筒内の圧力変化によって噴霧形状が変化しないことが望ましい。なぜならば、インジェクタと点火装置の幾何学的な位置関係は固定されているため、常に点火装置へ適切な濃度の噴霧を供給するためには、噴霧の広がりは一一定である事が重要だからである。言い換えれば、従来のインジェクタが噴射する噴霧は、筒内圧力が低い時には噴霧が広がり、筒内圧が増加すると噴霧が潰れる傾向があった。この場合、筒内圧が比較的高い状態を基準にして、インジェクタと点火装置の配置を決めると、筒内圧が低い時に、筒内のシリンダ上面や側面あるいは、ピス

トンヘッドに燃料が付着し易くなり、一方、筒内圧が比較的低い状態を基準にすると、筒内圧が高くなった時に点火装置に燃焼に適切な噴霧が到達し難くなる傾向があった。

【0007】本発明では、内燃機関の点火性を良好とし、燃焼の未燃ガス成分の排出量を低減するのに適した噴霧を実現することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、筒内の圧力変化に対して形状の変化し難い噴霧を生成する。このために、点火装置方向へ混合気を収斂し、ピストン方向への燃料粒子を希薄にした噴霧を生成する。このとき、燃料粒子が希薄になった（場合によっては、燃料分子がなくなった）部分から、噴霧外の空気を噴霧内に誘引することができる。これによって、噴霧内外の圧力差を小さくすることができ、噴霧を潰れにくくする。

【0009】具体的には、燃料噴射弁に設けられ、燃料を噴射する噴射孔の出口部において、噴射孔を形成する壁面の一部を取り除くことにより、噴霧の流れの拘束を解き、拘束を解いた側で濃く、拘束した側で希薄な偏向噴霧を形成するとよい。このとき、拘束力を非線形に変化させることが望ましい。

【0010】内燃機関では、点火装置側に濃い噴霧が形成され、ピストン側に薄い噴霧が形成されるように、上記の燃料噴射弁を配置するとよい。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を図1乃至図6を参照して説明する。以下の説明において、弁軸線（弁軸心）を含み、かつ弁軸線に平行な面を縦断面と呼び、弁軸線に直行する平面を横断面と呼ぶこととする。

【0012】電磁式燃料噴射弁1は、コントロールユニットにより演算されたデューティのON-OFF信号によりシート部の開閉を行うことにより燃料を噴射する。磁気回路は、ヨーク3、ヨーク3の開口端を閉じる栓体部2aとヨーク3の中心部に延びる柱状部2bとからなるコア2及びコア2に空隙を隔てて対面するアンカー4とからなる。柱状部2bの中心には、磁性材料製のアンカー4とロッド5とこのロッド5に接合されたボール6とからなる弁体40を、シート面9に押圧するように挿入した、弾性部材としてのスプリング10を保持するための穴4Aが設けてある。シート面9は噴射孔8と共に、かつ噴射孔8の上流側に位置するようにノズル部材7に形成されている。スプリング10の上端は、セット荷重を調整するためにコア2の中心に挿通されたスプリングアダプタ11の下端に当接している。コア2の柱状部2b側とヨーク3の弁体40側で対面する隙間部には、コイル14側へ燃料が流出するのを防ぐために、両者間に機械的に固定されるシールリング12が設けられている。磁気回路を励磁するコイル14はボビン13に

巻かれ、その外周をプラスチック材でモールドされている。これらから成るコイル組立体15の端子17は、コア2の栓体部（つば）2aに設けた穴16に挿入されている。この端子17は、図示しないコントロールユニットの端子と結合される。

【0013】ヨーク3には、弁体40を受容するブランジャ受容部18が開けられており、さらにブランジャ受容部18の径より大径でそこにストッパ19及びノズル部材7を受容するノズル受容部20がヨーク3先端まで貫設されている。ロッド5のアンカー4側には燃料の通過を許す空洞部5Aが設けてある。この空洞部5Aには燃料の流出口5Bが設けてある。弁体40はアンカー4の外周がシールリング12の内周に当接することでその軸方向の動きを案内されるとともに、ボール6又はロッド5のボール6側端部近傍を、燃料旋回素子22の内周面23でガイドされている。燃料旋回素子22はノズル部材7が形成する中空部に挿入され、シート面9の上流側で、内壁21と接して位置決めされている。本実施例では、ノズル部材7を円筒状の側壁部（周壁部）72と端面（底面）71とを有するように一つの部材で構成している。この場合、ノズル部材7は燃料旋回素子及び弁体の一部を収納するハウジングを構成する。

【0014】また、弁体40のストローク（図1では軸上方への移動量）は、ロッド5の首部の受け面5Cとストッパ19間の空隙の寸法で設定される。なお、フィルター24は燃料中や配管中のゴミや異物がボール6とシート面9との間のバルブシート側への侵入を防ぐために設けられている。

【0015】次に、図2を参照しながら、本実施例のL型切り欠き面構造のノズル部材7について説明する。

【0016】噴射孔8は、その中心が弁体の軸線（弁軸心）Jと一致し、かつ壁面が軸線Jと平行に形成されている。噴射孔8の出口開口が形成されるノズル先端面7Aには、軸線Jに直交する面7Bと軸線Jに略平行な面A1とによって構成されるL型切り欠き部が形成されている。このとき、切り欠かれた部分の噴射孔幅はW、噴射孔長さは最も深く切り欠かれた部分でL、切り欠かれていない（最も切り欠きの少ない）部分でL'に形成され、ノズル部材7の先端面は噴射孔8を挟むように形成された軸線Jに垂直な2つの平面7A、7Bと、これらの平面を繋ぐ軸線Jに平行な面A1で形成されている。

【0017】上記構成によれば、噴射孔8の出口開口面は、段差を有する平面7A、7B上に、段差を有して形成されることになる。

【0018】上記の切り欠き部は、噴射孔8の周方向で、噴霧の拘束力を非線形に変化させる（ステップ状に変化させる）ことが望ましい。このために、本実施例の燃料噴射弁は、以下の構成を有すると言える。

【0019】（1）噴射孔8の中心軸線を含みかつ中心軸線に平行な断面と、噴射孔8の出口開口を形成する縁

との2つの交点を、中心軸線に沿う方向にずらすと共に、一方の交点から他方の交点に至る途中で、出口開口を形成する縁に段差が形成されている、(2)このとき、2つの交点から段差部に至るまでの間で、出口開口を形成する2つの縁は、上記の断面に垂直な方向から見たときに、互いに平行になっている、(3)また、出口開口を形成する縁は、段差部で、中心軸線に沿う方向に変化するように形成されている、(4)噴射孔8の出口開口面は、噴射孔8の中心軸線方向に段差を有するように形成されている、(5)噴射孔8を形成する通路壁の長さが、噴射孔8の周方向で非線形に変化する部分を有して変化するように、噴射孔8の出口開口部に段差が設けられている、(6)噴射孔8の出口開口には、噴射孔の中心軸線に略平行な切れ込みが形成され、この切れ込みから片側の壁面が取り除かれることにより、段差が形成されている、(7)噴射孔8の出口開口が形成されるノズル先端面に段差が形成されることにより、出口開口面に段差が形成されている、(8)噴射孔8を形成する通路壁面長さが噴射孔8の周方向で変化するように、噴射孔8の出口開口を形成する縁に、噴射孔8の中心軸線方向の段差が形成され、燃料噴射弁への燃料入口部で、燃料に1.0～20MPaの圧力を付与して噴射する。

【0020】図2(a)の構成において、噴霧には次のような特徴がある。

【0021】(イ)噴射孔8を形成する通路壁の切り欠かれた側では、噴霧の分布量(混合気の分布量)が多い、(ロ)切り欠かれた側から噴射される噴霧は運動エネルギーが大きいため、噴霧の粒径が小さくなる。

$$S = (\text{角運動量}) / ((\text{噴射軸方向の運動量}) \times (\text{噴射孔半径})) \\ = (2 \cdot d_o \cdot L_s) / (n \cdot d_s^2 \cdot \cos(\theta/2))$$

ここに、 d_o : 噴射孔の直径

L_s : 溝の偏心量(弁軸心と溝(幅)中心間の距離)

n : 溝の数

θ : 弁座の角度

d_s : 流れ学的等価直径で溝幅 W と溝高さ H を用いて表される

$$= 2 \cdot W \cdot H / (W + H)$$

である。このスワール数を大きくすると、微粒化が促進され噴霧が分散される。

【0027】本実施例の燃料噴射弁1の動作を説明する。電気信号がコイル14に与えられると、コア2、ヨーク3、アンカー4で磁気回路が形成され、アンカー4がコア2側に吸引される。アンカー4が移動すると、ボール6がシート面9から離れ、燃料通路が開放される。

【0028】燃料は、フィルタ24から燃料噴射弁1の内部に流入し、コア2の内部通路、アンカー4の外周部及びアンカー4内に設けた燃料の通過を許す空洞部5Aから燃料の流出口5Bを経て下流に至り、ストッパ19とロッド5の隙間、軸方向燃料通路25、径方向燃料通路26を通してシート部へ旋回供給される。

【0022】上記(イ)及び(ロ)の効果により、着火性が良くなり、燃費が向上する。

【0023】上記の構造において、切り欠き面A1等における「切り欠き」とは加工方法を限定するものではなく、一部が除かれた形状を意味するものである。型材を用いたプレス加工(塑性加工)や鋳造等の加工方法を用いてもよい。これは以下の実施例においても同様である。また、ボール6は、必ずしも球状でなくても良い。すなわち、円錐状の針弁であってもよい。

【0024】図2(b)では、噴射孔の直径 d_o とシート角度 θ と矢印“PLUG”と矢印“PISTON”と線K、Mを定義する。線Kは、噴射孔8の中心を通り切り欠き面A1に平行な線、線Mは噴射孔8の中心を通りKに直交する線であり、矢印“PLUG”と矢印“PISTON”は、線Mに平行である。

【0025】また図2において、燃料旋回素子22には、燃料旋回素子22の外周部を平面セットした軸方向溝25と径方向溝26が設けてある。本実施例では、軸方向溝25は平面で形成しているが、環状通路等の形状であっても良い。かかる軸方向溝25と径方向溝26は、燃料旋回素子22上方より導入される燃料通路であるが、軸方向溝25を通過した燃料は径方向溝26にて軸中心より偏心導入して、燃料に旋回を付与し、ノズル部材7に設けた噴射孔8より噴射する際の微粒化を促進する働きがある。ここで、燃料旋回素子22により付与される旋回強度(スワール数 S)は次式で求められる。

【0026】

【数1】

【0029】次に、図3乃至図6を用いて、本実施例の燃料噴射弁1によって得られる噴霧構造を説明する。

【0030】図5は、本実施例の燃料噴射弁1が噴射する噴霧を撮影した実験結果の一例である。実験条件は、大気圧下、燃料圧力は7MPa程度である。縦断面の噴霧撮影は、レーザのシート光が弁体軸線Jを含む平面となるように設定して、噴霧に照射し、燃料噴射後約2～3msの噴霧の映像をカメラにて撮影した。同様に、噴霧横断面は、レーザのシート光が弁体軸線に垂直なX-X面となるように設定して撮影した。図に示すように、本実施例の燃料噴射弁1から噴射される噴霧の縦/横断面は、矢印“PLUG”側に偏向し、偏向側で可燃濃度の混合気が濃く、矢印“PISTON”側で可燃濃度の混合気が希薄とな領域80Aのような分布となる。

【0031】図6は、本実施例の燃料噴射弁1が噴射した噴霧の流量分布の一例を示す図である。図6の(a)は、流量分布を測定した噴霧断面の一例を示し、(b)は図(a)に定義する線m上の流量分布、(c)は線k上の流量分布を示す。実験条件は、図5と同等である。図(b)、(c)の横軸は、線m及びk上の測定ポイン

ト、縦軸は最大流量を1として無次元化している。図(b)に示すように、噴霧は“P L U G”側に多く分布し、“P I S T O N”側で少なく分布している。また、図(c)に示すように、線k上の分布はほぼ対称である。

【0032】図3(a)に示すように、本実施例の燃料噴射弁1から噴射される噴霧は、矢印“P L U G”側に偏向角 β で偏向し、偏向側で可燃濃度の混合気が濃く、矢印“P I S T O N”側で可燃濃度の混合気が希薄となる。噴射孔8の中心軸線からとった“P L U G”側噴霧角 $\alpha 1$ と“P I S T O N”側噴霧角 $\alpha 2$ とは、 $\alpha 1 > \alpha 2$ の関係にあり、領域80のような分布となる。また、矢印“P L U G”側、すなわち噴射孔8の出口を切り欠いた側に噴射される燃料噴霧の到達距離の方が、矢印“P I S T O N”側、すなわち噴射孔8の出口を切り欠かなかった側に噴射される燃料噴霧の到達距離よりも長くなる。ここで、弁軸線Jを含みJに平行な面内の噴霧の縦断面は、網目状のハッチングをした領域80Aとなる。ここで、偏向角 β は、次式で求められる。

【0033】

$$【数2】 \beta = (\alpha 1 - \alpha 2) / 2$$

また、図3(b)に示すように、矢印Nの方向から見た噴霧のX-X横断面は、“P L U G”側で可燃濃度の混合気が濃く、矢印“P I S T O N”側では可燃濃度の混合気が希薄、極端な場合には燃料粒子が存在しない状態になる。すなわち、領域80Aに示すような、矢印“P I S T O N”側で噴霧の一部が切れたような分布となる。さらに、本実施例の燃料噴射弁1を、内燃機関60に対して、取り付け角 γ 、矢印“P L U G”と“P I S T O N”の向きを図3(c)に示す向きに取り付けた場合、混合気は内燃機関60に設けられた点火装置65の周辺に収斂し、一方、シリンダ68内に往復可能に取り付けたピストン69のキャビティ69Aの周辺では希薄となり、噴霧上端角 αu 、領域80のような分布となる。すなわち、噴霧角は点火装置65側に大きく、ピストン69のキャビティ69A側に小さく、また可燃混合気の濃度は点火装置65側に濃く、ピストン69のキャビティ69A側に薄く、また到達距離は点火装置65側で長く、ピストン69のキャビティ69A側で短くなっている。ここで、噴霧上端角 αu は、矢印 θ 方向を正とする。図3(c)においては、燃焼室内67には噴霧以外の気体の流動は無く筒内圧力は大気圧にほぼ等しいものとする。

【0034】図4の断面A-Aから、B-Bまでの区間(区間A-B)と、断面B-Bから、C-Cまでの区間(区間B-C)とでの、燃料の開放部分と噴霧噴射状態の比較について説明する。A-B間では、噴射孔8全周で燃料を拘束しているため、噴霧は噴射されない。一方、B-C間では、燃料は、図示するように半円状に開放されており、噴霧は“P L U G”側に噴射され、“P

I S T O N”側には噴射されず、図に示すように噴霧の一部が切れた、馬蹄形状の断面形状となる。従って、噴霧は、ピストン69の運動によって燃焼室内67の圧力が変化しても、噴霧内部と噴霧外部の圧力がバランスし易く、噴霧が潰れにくく、形状が一定に保たれる。

【0035】本実施例では、段差($L' - L$)はシリンダの内径、すなわちエンジンの容積と噴射弁の取付角によって適宜決められるものであるが、少なくとも0よりも大きな段差で設けられ、実質的な噴霧構造(広がり角度、到達距離、空間的分布)の変化を得るためには、エンジンの容積が2~3リットル、噴射弁の取付角が $10^\circ \sim 50^\circ$ の通常の範囲において、($L' - L$)は、 $0 < (L' - L) / d_0 \leq 1$ の範囲に設定されることが好ましい。

【0036】本実施例では、ノズル部材7の先端面の噴射孔8の出口部に突起部7Aを形成しているが、この突起部7Aは必ずしも設ける必要はなく、突起部7Aを設けない構造においては切り欠かれていない(最も切り欠きの少ない)部分の噴射孔長さは L'' になる。このとき、噴射孔長さの大小関係は $L' > L'' > L$ のようになる。しかし、突起部7Aを設けることにより、突起部7Aのみの重量増によって、大きな段差($L' - L$)を構成し、より大きな噴霧角 $\alpha 1$ (図3の(a))を実現することができる。

【0037】さらに、噴射孔幅Wを調節することで、噴霧断面の広がり W_s (図3の(b))を調整することができ、Wを小さくすることで W_s を小さくし、Wを大きくすることで W_s を大きくすることができ、Wは $0 < W \leq d_0$ の範囲で設定することができる。

【0038】上述のように、段差($L' - L$)の大きさを調節することにより、噴霧の偏向量(図3(a)に示す角度 $\alpha 1$ 又は β)を調節することができる。また、噴射孔8の通路壁を取り除く範囲(通路壁を短くする範囲)を噴射孔8の周方向において調節することによって、噴霧の横断面の広がり W_s を調節することができる。

【0039】ノズル部材7部は、図7に示すような構成にしてもよい。

【0040】図7(a)、(b)に示すノズル部材7'では、その底面部(端面部)71の外周部に肉厚部7Cを設けている。すなわち、本構成においては、肉厚部7Cによって、ボール6がシート面9に着座する際の振動騒音を低減している。

【0041】また、図7(c)、(d)に示すように噴射孔8中心から距離B1で、厚さ(B2-B1)の略環状の肉圧部7Fによって、振動騒音低減をしても良い。

【0042】さらに、ノズル部材7'部は、図8に示すような構成にしてもよい。

【0043】ノズル部材7'部は、燃料旋回素子及び弁体の一部を収納するハウジングの底面部71'のみ

によって構成され、側壁部72'とは別部材で構成されている。側壁部72'は、ノズル部材7'をガイドするノズルガイド体を構成する。ノズル部材7'は接合部7Dに沿って側壁部72'（ノズルガイド体）に溶接されている。すなわち、本構成においては、エンジンの容積と噴射弁の取付角によって適宜変更する部分を、ハウジングの底面部71'のみに集約することで、生産性を向上できる。

【0044】図9を用いて、内燃機関の実施例を説明する。

【0045】シリンダ68内に往復動可能に設けられたピストン69は、図示しないクランクシャフトの回転に応じてシリンダ68内を上下動する。シリンダ68の上部には、シリンダヘッド63が取り付けられており、シリンダ68と共に密閉空間を形成する。シリンダヘッド63には、スロットバルブを内蔵した吸入空気量制御装置61を介して外部空気をシリンダ内に導く吸気マニホールド62と、シリンダ68内で燃焼した燃焼ガスを排気装置へ導く排気マニホールドとが形成されている。

【0046】シリンダヘッド63の吸気マニホールド62側には吸気弁64が、中央部には点火装置65が、そして吸気弁64と反対側には排気弁66がそれぞれ設けられている。吸気弁64および排気弁66は燃焼室67内に延在して設けられている。ここで、燃料噴射弁1は、シリンダヘッド63の吸気マニホールド62結合部付近に取り付けられており、燃料噴射弁1の軸線が燃焼室67内でやや下向きとなるように（点火装置65が設けられているのとは反対方向を向くように）設定されている。その取り付け角度 γ は一般に $10^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 程度である。

【0047】69はピストンを示しており、69Aはピストン69に設けられたキャビティ（凹み）である。キャビティ69Aは、ピストン69の径方向において、排気弁66側から、点火装置65の取り付け位置を越えて吸気弁64側（ほぼ噴射孔8の位置）までの範囲に設けられている。噴射孔8はピストン69に設けられるキャビティ69Aに向けられている。図中の白抜きの矢印は吸気の流れを示しており、ハッチングの矢印は排気の流れをそれぞれ示している。

【0048】内燃機関60の燃料は、ポンプによって燃料噴射弁1に加圧供給され、吸気のタイミングに合わせて燃料噴射弁1により直接燃焼室67内へ噴射され、着火の直前には領域80のように分布する。噴射により霧化した燃料は、燃焼室67において吸気マニホールド62を経て導かれた空気の流れ（タンブル流）82との混合を促進する。

【0049】タンブル流は、シリンダヘッド側を排気弁66側に流れ、排気弁66の下方でピストン側に向きを変え、キャビティ69Aの曲面に沿って燃料噴射弁8側に導かれ、噴霧を下側から持ち上げるように流れる。点

火装置65側に偏向している噴霧は、タンブル流82によって、さらに点火装置65に向かうようになる。また一方、キャビティ69Aの方向に向かう噴霧は、希薄となりピストン69側に燃料噴霧を過剰に送ることがない。従って、燃料噴霧のピストンへの付着を低減できる。しかる後の混合気は、圧縮行程中に圧縮され、点火装置65にて安定して着火され、未燃ガスの排出量が抑制された安定した燃焼が実現される。噴霧の一部を切ることで、噴霧の内側と外側とで圧力差がなくなり、筒内の圧力変動に対して噴霧形状が変化し難く、広いエンジン回転数域で燃焼安定性の良い噴霧を提供できる。

【0050】上記の筒内噴射ガソリンエンジンは、燃焼室内にタンブル流を生成するもので、従来エンジンのシリンダヘッドを大幅に変更することなく希薄燃焼を実現することができる。

【0051】上記の各実施例の燃料噴射弁によれば、噴射孔の出口部で噴射孔を形成する壁面の一部を取り除くことにより、噴霧の流れの拘束を解き、拘束を解いた側で可燃濃度の混合気が濃く、拘束した側で可燃濃度の混合気が希薄な偏向噴霧を形成する。このため、噴射孔の一部を遮蔽する場合のように噴霧の流れを阻害しにくい。これは、燃料に旋回力を付与して噴射する燃料噴射弁の場合に、付与した旋回エネルギーを損なうことが無く、特に有効である。

【0052】また、上記の各実施例の燃料噴射弁は、噴射孔の出口部で噴射孔を形成する壁面の一部を切り欠いて、或いは、噴射孔の噴射孔長さが噴射孔の周方向で変化するように、噴射孔の出口開口部に段差を設けて、或いは、噴射孔を形成する壁面の一部を含むノズル先端面に凹部を形成して実施することができる。これらの実施例は見方を変えれば、噴射孔を形成する壁面の一部を他の部分よりも下流側（ノズル体の先端側）に延長して設けることになる。

【0053】内燃機関の他の実施例を、図10を用いて説明する。

【0054】図10に示す内燃機関60'では、タンブル流82を点火装置65直下から立ち上げるように、キャビティ69Bを設けている。キャビティ69Bは、ピストン69'の径方向において、点火装置65の取り付け位置（シリンダ中心部）よりも排気弁66側からほぼ点火装置65の取り付け位置までの範囲に設けられている。タンブル流82は、シリンダヘッド側を排気弁66側に流れ、排気弁66の下方でピストン側に向きを変え、キャビティ69Aの曲面に沿って流れ、点火装置65直下から噴霧を持ち上げるように、点火装置65に向かう流れを作る。キャビティ69Bが誘導するタンブル流82によって、可燃濃度の混合気80の点火装置65への収斂性を高めることが可能である。

【0055】キャビティの形状は、図10(b)の破線69Cに示すような略楕円状であってもよい。

【0056】内燃機関の他の実施例を、図11を用いて説明する。

【0057】図11に示す内燃機関60'では、キャビティの無い、フラットピストン69を設けている。図2及び3で説明した、 L 、 L' 、 L'' 、 d_0 、 W を調整することによって適切な噴霧角 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 β 及び αu 、噴霧広がり W_s を設定し、タンブル流を用いずに、あるいは、比較的弱いタンブル流で、可燃濃度の混合気80を点火装置65に到達させることが可能である。

【0058】次に、図12を参照して、燃料噴射弁の他の実施例を説明する。図12に示すノズル部材7部では、噴射孔8の出口部に噴霧の一部を遮蔽する部材73を設けている。上流側（図12中で部材73より上方）の噴霧がいかなる形状であっても、部材73によって強制的に噴霧の一部を切ることが可能である。従って、ノズル設計裕度の広がり期待できる。部材72は必ずしも別体でなくて良い。

【0059】さらに、図13に示すように、噴射孔8内部の一部に、突起部7Eを設けることで、燃料の一部を遮断して噴霧の一部を切っても良い。突起部7Eは、プレス加工等の塑性加工を用いると良い。

【0060】内燃機関の他の実施例を、図14を用いて説明する。

【0061】図14に示す内燃機関60'では、図9で説明した実施例とは逆回転のタンブル流83をガイドするキャビティ69Cを設けている。本実施例が上記実施例と異なる点は、タンブル流83がキャビティに案内されて上昇して点火装置65に向かう際に、混合気80と対抗するために、混合気80の排気バルブ66方向への進行が抑制され、シリンダ68壁面への燃料付着を抑制することが可能である。また、タンブル流83が混合気80とキャビティ69Cの間を通過するために、ピストン側への燃料付着を抑制するのにも有効である。

【0062】

【発明の効果】本発明によれば、噴射孔の出口部で噴射孔を形成する壁面の一部を取り除くことにより、この壁面の一部が取り除かれた側で噴霧の流れが拘束されず開放されるため、この方向へ混合気が収斂し、また反対方向への噴霧は噴射孔を形成する壁面によってその流れが拘束されるため燃料粒子が希薄になり、噴霧内外の圧力差を小さくして噴霧を潰れにくくした、偏向噴霧を形成できる。

【0063】さらに、内燃機関において、点火装置方向へ混合気を収斂し、ピストン方向への燃料粒子を希薄にするように噴霧を形成することによって、内燃機関の点火性を良好とし、燃焼の未燃ガス成分の排出量を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である電磁式燃料噴射弁の縦断面図である。

【図2】電磁式燃料噴射弁1のノズル部材7の拡大図を示しており、(a)はノズル部材7部の縦断面図、

(b)は(a)のノズル部材7部を矢印N方向から見た平面図を示している。

【図3】(a)は、本発明に係る燃料噴射弁が、燃料を大気中に噴射する場合の噴霧、(b)は(a)の断面X-Xにおける噴霧を矢印Nから見た横断面図、(c)は燃料を直接、燃焼室(シリンダ)内に噴射する内燃機関に適用した様子を模式的に示した図である。

【図4】本発明に係る燃料噴射弁の噴射孔部の拡大図と、燃料開放部分の形状及び噴霧断面構造を模式的に示したものである。

【図5】(a)は、本発明に係る燃料噴射弁が、燃料を大気中に噴射する場合の噴霧縦断面の写真、(b)は(a)の断面X-Xにおける噴霧を矢印Nから見た横断面図写真である。

【図6】(a)は、本発明に係る燃料噴射弁が、燃料を大気中に噴射する場合の噴霧横断面の写真、(b)(c)は(a)に定義する線上の流量分布を示すグラフである。

【図7】本発明に係る他の実施例における、ノズル部材7の拡大図を示しており、(a)、(c)はノズル部材7の縦断面図、(b)は(a)の、(d)は(c)のノズル部材7を矢印N方向から見た平面図を示している。

【図8】本発明に係る他の実施例における、ノズル部材7の拡大図を示しており、(a)はノズル部材7部の縦断面図、(b)は(a)のノズル部材7部を矢印N方向から見た平面図を示している。

【図9】本発明に係る内燃機関の実施例を示しており、(a)は縦断面図、(b)は燃焼室を図(a)の矢印P側から見た模式図、(c)はピストンヘッドを矢印Pから見た模式図である。

【図10】本発明に係る内燃機関の他の実施例を示しており、(a)は内燃機関の縦断面図、(b)はピストンヘッドを矢印Pから見た模式図である。

【図11】本発明に係る内燃機関の他の実施例を示す縦断面図である。

【図12】本発明に係る燃料噴射弁の他の実施例における、ノズル部材7部の拡大図を示しており、(a)は縦断面図、(b)は(a)の矢印N方向から見た平面図である。

【図13】図9に係る他の実施例を示す図であり、噴射孔の先端部と噴射孔の出口側から見た平面図を示している。

【図14】本発明に係る内燃機関の他の実施例を示す模式図である。

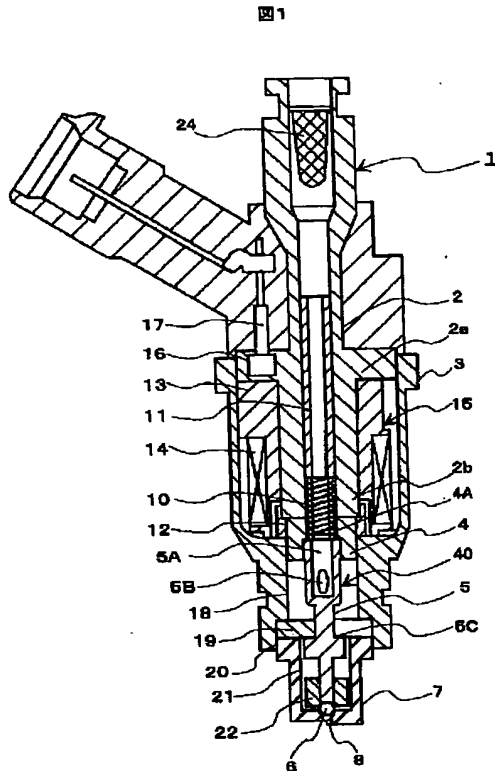
【符号の説明】

1…電磁式燃料噴射弁、40…弁体、6…ボール弁、8…噴射孔、7…ノズル、7A…ノズル突起部、A1…L型切り欠き面、A2…テーパ状切り欠き面、80…偏向

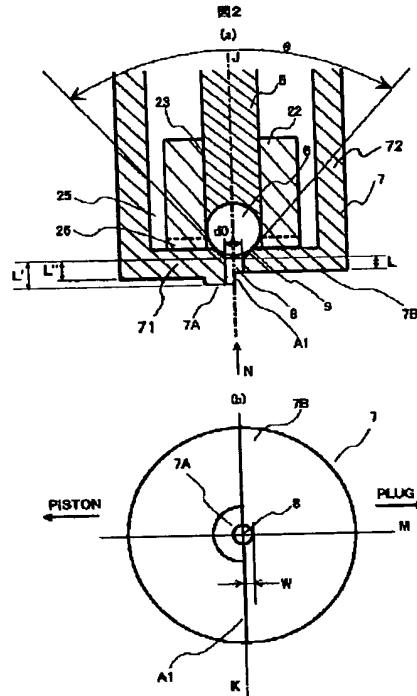
噴霧の分布形状、22…燃料旋回素子、23…案内孔、32…軸方向燃料通路、33…燃料旋回室、60…

内燃機関、69A…ピストンキャビティ、70…電磁式燃料噴射弁。

【図1】

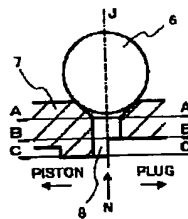


【図2】



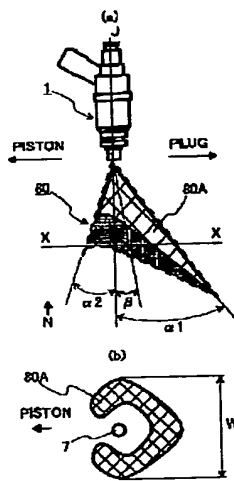
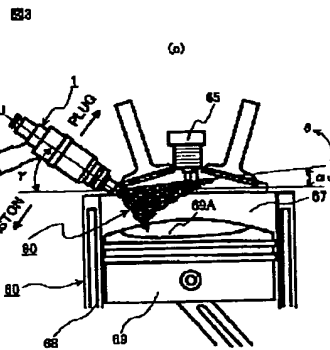
【図4】

図4

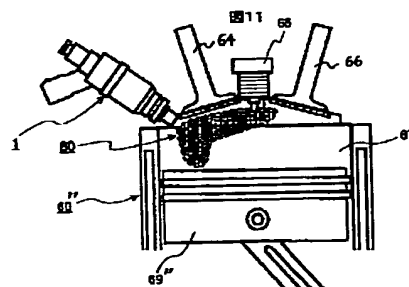


区 間	A-B	B-C
燃料開放部分 (J軸に直行する箇内)	無し	PISTON → PLUG 半円状 (一定)
噴霧噴射器 (N軸の噴霧形状)	噴射無し	PISTON → PLUG 噴霧形状

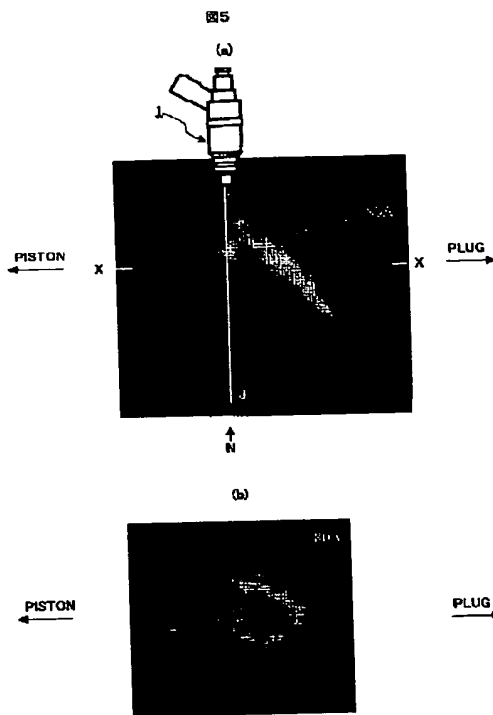
【図3】



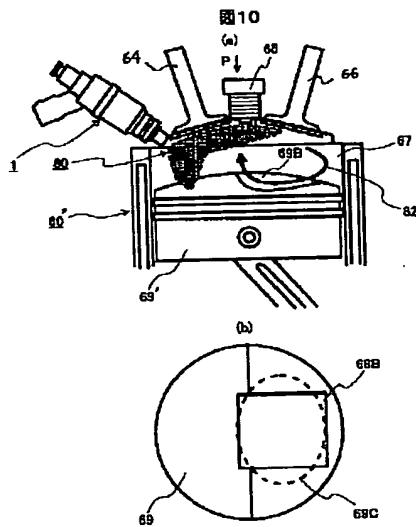
【図11】



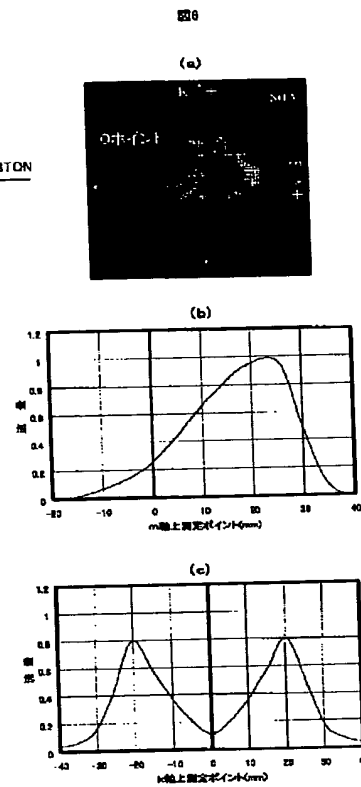
【図5】



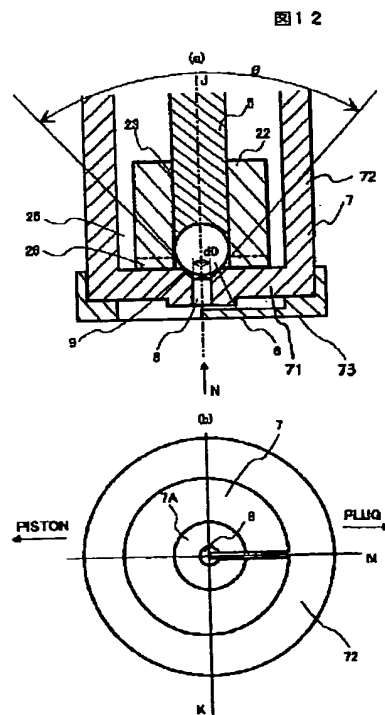
【図10】



【図6】

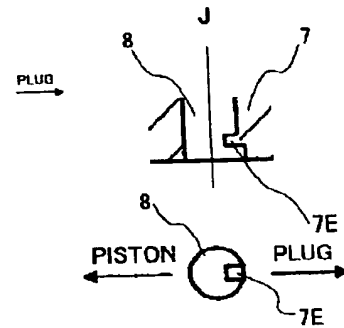


【図12】



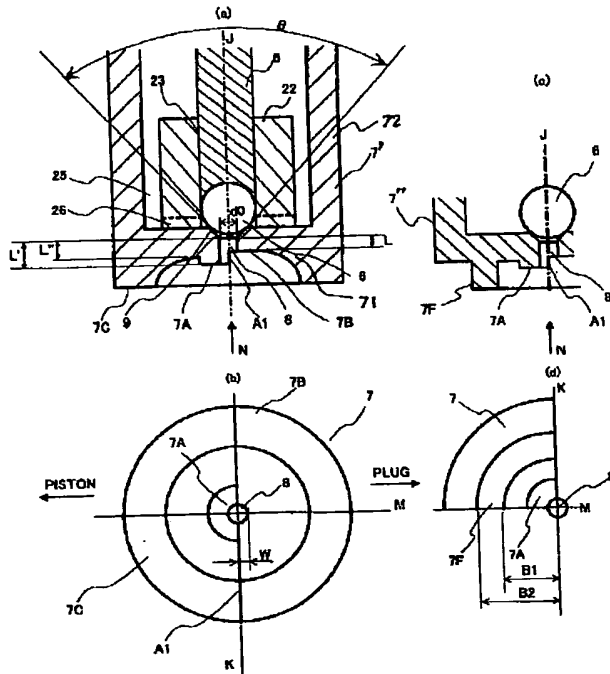
【図13】

図13

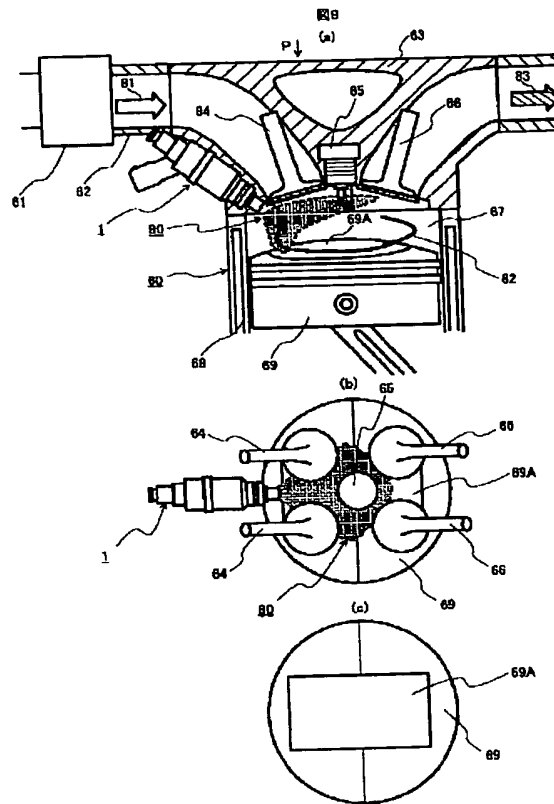


【図7】

図7

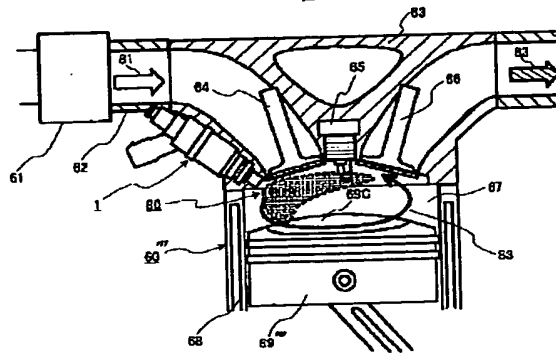


【図9】

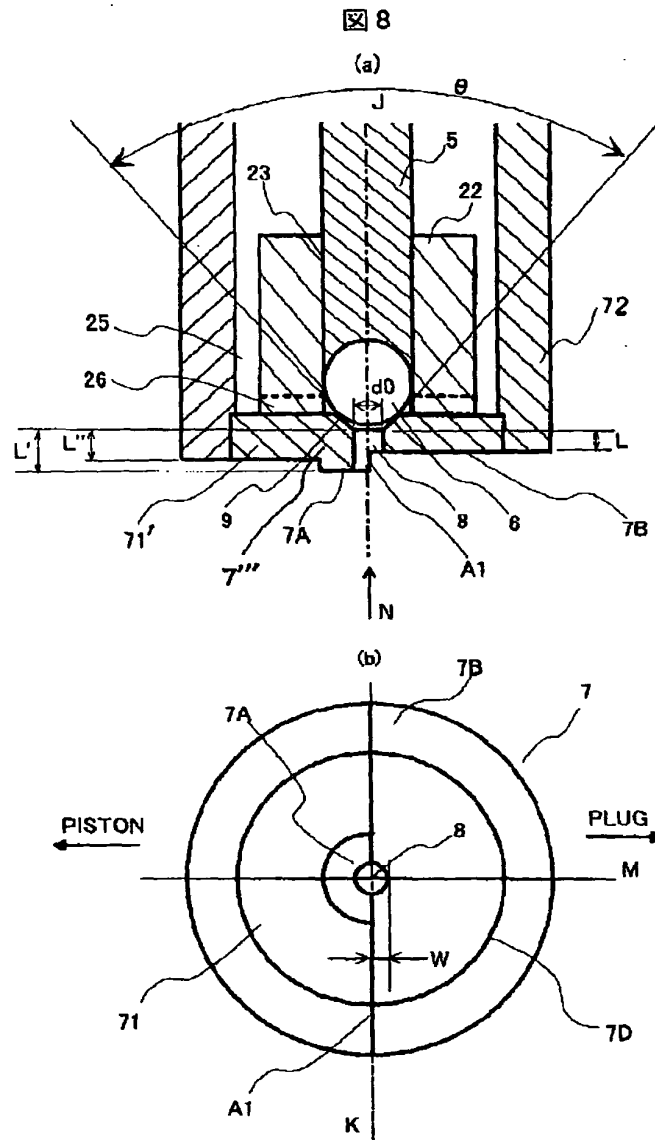


【図14】

図14



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.¹
F 0 2 M 61/14

識別記号
3 1 0

F I
F 0 2 M 61/14

テ-マ-ド' (参考)
3 1 0 A
3 1 0 S

(72)発明者 門向 裕三
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 富樫 盛典
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 天羽 清
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 山門 誠
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 石川 亨
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 久保 博雅
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 藤井 敬士
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

F ターム(参考) 3G023 AA01 AA02 AA04 AB01 AC05
AD03 AD06 AE01 AG01 AG02
3G066 AA02 AA05 AB02 AD12 BA03
BA14 BA17 BA26 CA08 CA09
CC06U CC14 CC15 CC20
CC21 CC32 CC34 CC43 CC48
CD03 CD26 CD29 CE22 CE31